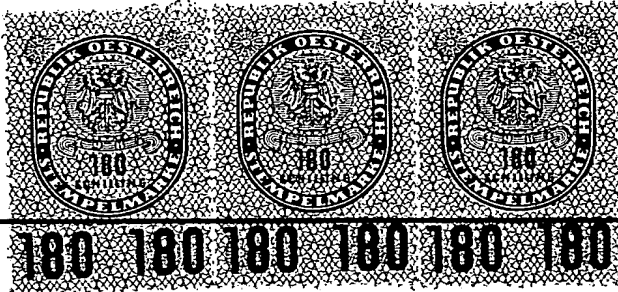
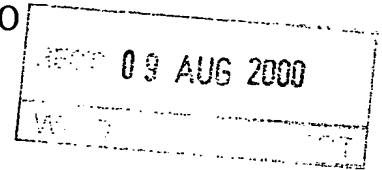




POT/AT 00 / 00 173

ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1014 WIEN, KOHLMARKT 8 - 10



Aktenzeichen A 1159/99

A 100/00773

4

Das Österreichische Patentamt bestätigt, dass

**die Firma FEMTOLASERS PRODUKTIONS GMBH
in A-2100 Korneuburg, Kleinengersdorferstraße 24
(Niederösterreich),**

am **07. Juli 1999** eine Patentanmeldung betreffend

"Laservorrichtung"

überreicht hat und dass die beigeheftete Beschreibung samt Zeichnungen mit der ursprünglichen, zugleich mit dieser Patentanmeldung überreichten Beschreibung samt Zeichnungen übereinstimmt.

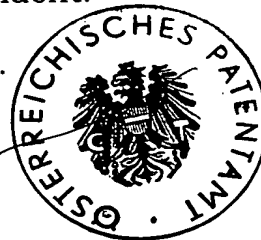
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Österreichisches Patentamt

Wien, am 24. Juli 2000

Der Präsident:

i. A.



HRNCIR
Fachoberinspektor

R 35701

Urtext

⑪ Nr.

⑤4 Gegenstand: Laservorrichtung

③③ ③② ③① Unionspriorität :

⑦ **Erfinder :**

⑥0 Abhängigkeit:

⑤ Entgegenhaltungen, die für die Beurteilung der Patentierbarkeit in Betracht gezogen wurden:

sättigbaren Absorbers als Element zur passiven Modenverkopplung eine all-in-one-Bauweise des Lasers ermöglicht, wobei dann der Vorteil ausgenutzt wird, dass eine passive Modenverkopplung eine viel stärkere Amplitudenmodulation bewirkt als eine aktive Modenverkopplung und stabile Kurzpulse im Piko- oder Femtosekundenbereich, also mit Impulsdauern nahe dem möglichen unteren Grenzwert, der durch die endliche Verstärkungsbandbreite des verwendeten Lasermaterials gegeben ist, erzeugt werden können. Dabei ist

auch das Problem zu lösen, dass sättigbare Absorber andererseits eine obere Grenze bei der Erhöhung der Energie, zufolge ihres niedrigen Zerstörungs-Schwellenwerts, ergeben und überdies bei einer übermäßigen Sättigung des Absorbers auch Instabilitäten bewirkt werden. Die Erfindung basiert nun auf dem Gedanken, den Resonator auf zwei zu verschiedenen Zeiten wirksame, unterschiedliche Unterresonatoren aufzuteilen, wobei die Unterresonatoren die verschiedenen Aufgaben, nämlich einerseits die Impulsformung unter Verwendung des sättigbaren Absorbers, mit hohen Resonatorverlusten entsprechend den niedrigen Leistungspegeln, und andererseits die Verstärkung auf hohe Impulsenergien vorsieht.

Die erfindungsgemäße Laservorrichtung der eingangs angeführten Art ist demgemäß dadurch gekennzeichnet, dass zwei gesonderte Resonatorarme vorgesehen sind, von denen der eine, der in einer Pulsformphase aktiv ist, den sättigbaren Absorber enthält, wogegen der andere Resonatorarm, der in einer Verstärkungsphase aktiv ist, frei von Verluste einführenden Komponenten ist. Bei der vorliegenden Laservorrichtung werden somit zu verschiedenen Zeiten unterschiedliche Resonatorteile eingesetzt, wobei in der einen Phase, wenn die kurzen Laserimpulse mit niedriger Energie erzeugt werden, der eine Resonatorarm mit dem sättigbaren Absorber in Funktion ist, wobei hohe Resonatorverluste entsprechend den niedrigen Leistungswerten gegeben sind; nach der Impulsformung wird der Resonator umgeschaltet, so dass der andere Resonatorarm in Funktion tritt, wobei der sättigbare Absorber nicht mehr im Resonator vorliegt, und es wird eine Verstärkung auf hohe Impulsenergien im Hinblick auf die hohe Resonatorgüte des nunmehrigen Resonators ermöglicht.

Zweckmäßigerweise wird zur Umschaltung die Polarisierung des Laserstrahls ausgenutzt, und demgemäß kann für eine einfache Ausbildung der Laservorrichtung vorgesehen sein, dass zur Umschaltung

In der Zeichnung ist in Fig.1 eine allgemein mit 1 bezeichnete all-in-one-Kurzpuls-Laservorrichtung dargestellt, die eine Pumpeinheit 2 enthält, die einen nur schematisch angedeuteten diodengepumpten Laserkristall 3 enthält. Auf der einen Seite dieser Pumpeinheit 2 ist ein Resonator-Endspiegel 4 vorgesehen.

Auf der anderen Seite der Pumpeinheit 2 ist ein polarisationsempfindlicher Strahlteiler 5 vorgesehen, der zugleich ein Auskoppelement für den verstärkten Laserstrahl 6 bildet, wie mit dem Pfeil 7 schematisch angedeutet ist. Der Laserstrahl 6 gelangt während seines Umlaufs im gezeigten Resonator zu einem Polarisationsdreher in Form einer Pockelszelle 8, die bei 9 in an sich bekannter und daher nachstehend nur kurz näher erläuteter Weise elektrisch angesteuert werden kann, um die Polarisation des Laserstrahls 6 um 90° zu verdrehen.

Im Weg des Laserstrahls 6 folgt sodann ein weiterer polarisationsempfindlicher Strahlteiler 10, welcher je nach Polarisation des Laserstrahls 6 den Laserstrahl 6 durchlässt (und zwar in einen Resonatorarm 11) oder aber reflektiert (und zwar in einen anderen Laser-Resonatorarm 12). Die Polarisation des Laserstrahls 6 ist im einen Resonatorarm 11 mit einem Doppelpfeil und im anderen Resonatorarm 12 durch einen Punkt im Kreis angedeutet, wobei der Doppelpfeil anzeigt, dass die Polarisationsrichtung in der Zeichenebene liegt, wogegen der Punkt im Kreis, für den anderen Resonatorarm 12, angibt, dass die Polarisationsrichtung des Laserstrahls 6 senkrecht zur Zeichenebene verläuft.

Im einen Resonatorarm 11 folgt im Weg des Laserstrahls 6 sodann ein $\lambda/4$ -Plättchen 13, das die erforderlichen Verluste im Laserstrahl 6 einführt, wonach der Laserstrahl 6 von einem Spiegel 14 zu einem sättigbaren Halbleiter-Absorber-Spiegel 15 reflektiert wird, der für die passive Modenverkopplung verantwortlich ist. Derartige halbleitersättigbare Absorberspiegel sind an sich bekannt, so dass sich eine weitere Erläuterung erübrigen kann.

Im anderen Resonatorarm 12 wird der Laserstrahl 6 zur Erzielung der erforderlichen Weglänge über vier Spiegel 16 bis 19 geführt, wobei die Spiegel 17 und 18 sphärische Fokussierspiegel sind, wogegen die Spiegel 16 und 19 hochreflektierende ebene Spiegel sind.

Wie ersichtlich bilden somit die Elemente 4, 2, 5, 8 einen gemeinsamen Resonatorteil 20, der je nach Polarisationsrichtung

zugeordnet ist.

Wenn dann der Laserimpuls zur Pockelszelle 8 gelangt, wird aufgrund von deren Ansteuerung bei T1 (s. auch Fig.2) die Polarisation um 90° verdreht, so dass sie senkrecht zur Zeichenebene verläuft. Der Laserimpuls wird daher vom Strahlteiler 10 nicht zum einen Resonatorarm 11 durchgelassen, sondern zum anderen Resonatorarm 12 reflektiert, wobei er das System mit den Spiegeln 16 bis 19 durchläuft und schließlich vom Strahlteiler 10 wieder zurück

zur Pockelszelle 8 reflektiert - und dort neuerlich um 90° in der Polarisation verdreht - wird. Da in diesem Resonatorarm 12 keine Elemente, die Verluste einführen, enthalten sind, wird die Energie des Laserimpulses mit jedem Umlauf rasch erhöht, vgl. auch Fig.2, erste Diagrammzeile, Verlauf der Intensität $I(3/4)$.

Wenn die Impulsenergie ihren Sättigungswert erreicht, wird die Pockelszelle 8 abgeschaltet. Dieses Abschalten erfolgt zu einem Zeitpunkt T2, zu dem sich der Laserimpuls auf der linken Seite der Pockelszelle 8, also im Resonatorarm 12, befindet. Wenn nun der Laserstrahl 6 die Pockelszelle 8 von links kommend durchläuft, wird die Polarisation nicht mehr um 90° verdreht (nämlich wieder in die Zeichenebene), und der Laserimpuls wird, da die Polarisation jetzt senkrecht zur Zeichenebene geblieben ist, durch Reflexion am Strahlteiler 5 ausgekoppelt, vgl. den Pfeil 7, anstatt zur Pumpeinheit 2 durchgelassen zu werden. Dieser verstärkte Ausgangsimpuls ist in der dritten Diagrammzeile von Fig.2, für die Intensität $I(7)$ des Impulses beim Auskoppeln, s. Pfeil 7 in Fig.1, veranschaulicht.

Beim beschriebenen System bleibt die Polarisation innerhalb des Laserkristalls 3 immer dieselbe (nämlich gemäß Darstellung in der Zeichenebene), so dass jedes beliebige Lasermedium verwendet werden kann, ohne dass auf eine polarisationsabhängige Verstärkung Rücksicht zu nehmen wäre.

Verlustelement, z.B. ein $\lambda/4$ -Plättchen, (13) angeordnet ist, das eine hohe Energieakkumulation im Laserkristall (3) vorsieht.

9. Laservorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpeinheit (2) eine Dauerstrich-Dioden-Pumpeinheit ist und zusammen mit dem Polarisationsdreher (8) einen beiden Resonatorarmen (11, 12) gemeinsamen Resonatorteil (20) bildet.

10. Laservorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpeinheit (2) lampen- bzw. lasergepumpt ist und zusammen mit dem Polarisationsdreher (8) einen beiden Resonatorarmen (11, 12) gemeinsamen Resonatorteil (20) bildet.

DI.W/nub

Unrtext

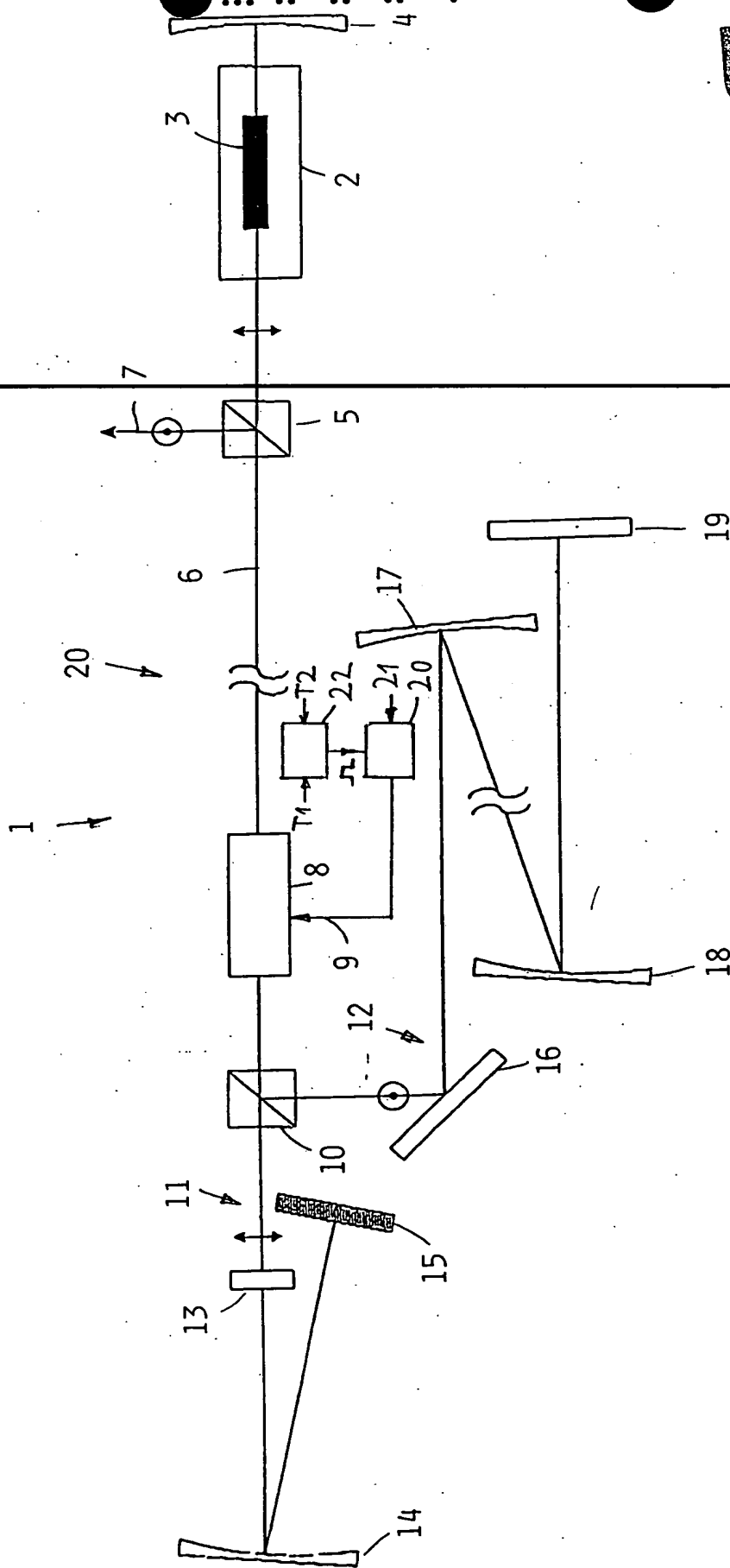


FIG. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)